

**Family list**

**2** family member for:

**JP2002212422**

Derived from 1 application.

**1 INORGANIC-ORGANIC HYBRID MATERIAL**

Publication Info: **JP3662499B2 B2** - 2005-06-22

**JP2002212422 A** - 2002-07-31

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-212422

(43)Date of publication of application : 31.07.2002

(51)Int.Cl.

C08L 83/04  
C08G 77/58  
C08J 5/14  
C08K 3/00  
C08K 3/28  
C08K 3/34  
C08K 3/38

(21)Application number : 2001-009484

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 17.01.2001

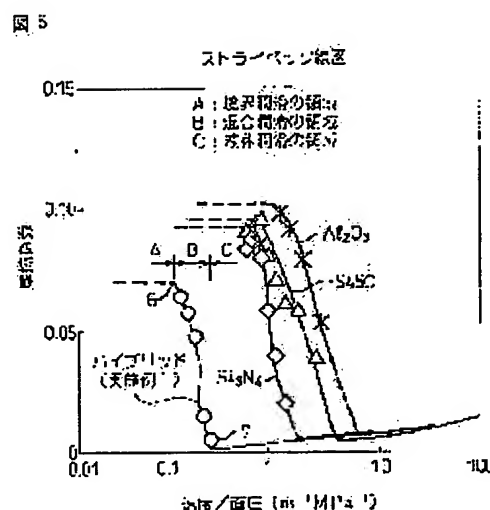
(72)Inventor : SHIBATA YASUFUMI  
SAKAI TAKENOBU  
KATAYAMA SHINGO  
YAMADA NORIKO

## (54) INORGANIC-ORGANIC HYBRID MATERIAL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a material having high elasticity and lipophilicity as well as heat resistance and heat conductivity, and suitable for slide members such as piston rings.

SOLUTION: This inorganic-organic hybrid material comprises a polysiloxane and an inorganic powder dispersed in the polysiloxane matrix. At least part of Si contained in the polysiloxane is bonded with a phenyl group, and a 1-8C alkyl or fluoroalkyl group. It is preferable that the phenyl group/Si molar ratio is 1/10-9/10, the alkyl or fluoroalkyl group/Si molar ratio is 9/10-1/10, the material has an elongation of at least 15%, 5-20 mol% of the Si is replaced with Ti, Ta or Zr, and the friction coefficient of boundary lubrication is  $\leq 0.8$  in Stribeck diagram.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3662499

[Date of registration] 01.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
C08L 83/04		C08L 83/04	4F071
C08G 77/58		C08G 77/58	4J002
C08J 5/14	CFH	C08J 5/14	4J035
C08K 3/00		C08K 3/00	
3/28		3/28	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全7頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-9484(P 2001-9484)

(22) 出願日 平成13年1月17日(2001.1.17)

特許法第30条第1項適用申請有り 2000年10月11日 社団法人日本セラミックス協会発行の「第13回秋季シンポジウム講演予稿集」に発表

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成12年度新エネルギー・産業技術総合開発機構産業技術基盤研究開発委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 柴田 靖文

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に続く

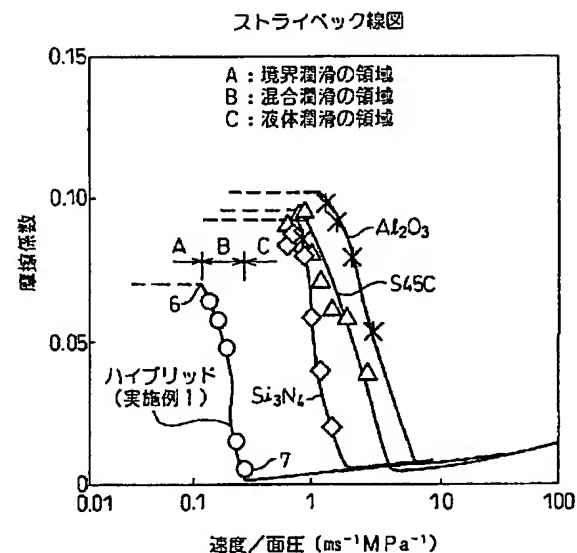
(54) 【発明の名称】 無機有機ハイブリッド材料

(57) 【要約】

【課題】 耐熱性と熱伝導性に加えて、高い伸縮性と親油性を有し、ピストンリング等の摺動部材に適する材料を提供する。

【解決手段】 ポリシロキサン、及びそのポリシロキサンのマトリックス中に分散された無機粉末を含んでなり、そのポリシロキサンに含まれるSiの少なくとも一部にフェニル基と炭素数1~8のアルキル基又はフルオロアルキル基が結合したことを特徴とする無機有機ハイブリッド材料である。好ましくは、フェニル基/Siのモル比が1/10~9/10であり、アルキル基又はフルオロアルキル基/Siのモル比が9/10~1/10であり、かつ少なくとも15%の伸びを有し、Siの5~20モル%が、Ti、Ta又はZrで置換され、ストライベック線図において境界潤滑下の摩擦係数が0.8以下である。

図 5



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリシロキサン、及びそのポリシロキサンのマトリックス中に分散された無機粉末を含んでなり、そのポリシロキサンに含まれるSiの少なくとも一部にフェニル基と炭素数1～8のアルキル基又はフルオロアルキル基が結合したことを特徴とする無機有機ハイブリッド材料。

【請求項2】 フェニル基/Siのモル比が1/10～9/10であり、アルキル基又はフルオロアルキル基/Siのモル比が9/10～1/10であり、かつ少なくとも15%の伸びを有する請求項1に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項3】 Siの5～20モル%が、Ti、Ta又はZrで置換された請求項1又は2に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項4】 ストライベック線図において境界潤滑下の摩擦係数が0.8以下である請求項1～3のいずれか1項に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項5】 ストライベック線図における境界潤滑から混合潤滑への移行点が、 $0.2 \text{ ms}^{-1} \text{ Mpa}^{-1}$ 以下の速度/面圧の比であって0.1以下の摩擦係数である請求項4に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項6】 ストライベック線図における混合潤滑から液体潤滑への移行点が、 $1.0 \text{ ms}^{-1} \text{ Mpa}^{-1}$ 以下の速度/面圧の比であって0.02以下の摩擦係数である請求項4又は5に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項7】 無機粉末が、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、及びこれらの混合物から選択され、前記ポリシロキサンを基準に0.01～50質量%で含まれる請求項1～6のいずれか1項に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項8】 熱伝導率が少なくとも $5.0 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ である請求項7に記載の無機有機ハイブリッド材料。

【請求項9】 請求項1～8のいずれか1項に記載の無機有機ハイブリッド材料を使用した摺動部材。

【請求項10】 フェニル基を有するシランと炭素数1～8のアルキル基又はフルオロアルキル基を有するシランを含む溶液、Ti、Ta又はZrを含むキレート化合物又はアルコキシド、及び無機粉末を混合してスラリーを調製し、次いでそのスラリーを加熱して脱水縮合反応させることを特徴とする請求項3～8のいずれか1項に記載の無機有機ハイブリッド材料の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高い耐熱性と熱伝導性を有し、伸縮性が付与され、かつ親油性が著しく改良された、ピストンリング等の摺動部材に使用されるのに適する無機有機ハイブリッド材料に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 自動車

用エンジン等の内燃機関のピストンには、一般に、燃料の燃焼エネルギーを効果的にピストンに伝達させるため、ピストンリングが装着される。このピストンリングは、燃焼室のシール性を確保するように、温度変化に伴う寸法変化が少ないことが必要であり、さらに、シリンダーと摺動する際の摩擦力が極めて低いことが必要である。

【0003】 したがって、このピストンリングの材料には、寸法精度、耐熱性、及び熱伝導性がいずれも高いことが要求され、さらに、エンジンオイルとの親油性が高く、十分に潤滑される性質が要求される。現在、自動車エンジンのピストンリングには、鋳鉄を材料としたものが広く使用されている。

【0004】 こうしたピストンリングは、ピストンに形成されたピストン外径よりも小さい外径の溝の中に収める必要がある。このため、リングの形状のままではピストンに装着することができず、リングに合口（切れ目）を設け、外力によって合口の間隔を一時的に拡げ、それによりピストンの溝に収めることが行われている。このため、かかる仕方で装着されるピストンリングには、合口から燃焼ガスが漏れるブローバイの発生の恐れがある。

【0005】 したがって、かかる合口を設ける必要のないピストンリング材料が望まれているが、そのためには、ピストンリングの材料に、特定の有機材料のような高い伸縮性を付与することが考えられる。即ち、ピストンリング材料が十分な伸縮性を有すれば、ピストンリングを装着する際に、外力によって外径を拡張した状態でピストンの溝にピストンリングを配置し、次いで外力を除くことで溝に装着することが可能となる。

【0006】 一方、ピストンリングは、エンジンオイルによってシリンダーとの潤滑なされているが、鋳鉄のような金属は、親油性が十分ではないと考えられ、特定の有機材料のような高い親油性をピストンリングに付与すれば、ピストンリングが高い摺動性を有して、燃費の向上等の利益が期待される。

【0007】 即ち、現状のピストンリング材料を改良し、材料の特性として、耐熱性や熱伝導性のような金属又は無機材料から得られ易い特性を保持することを前提に、伸縮性や親油性のような有機材料から得られ易い特性を付与すれば、ブローバイの恐れが解消し、さらには燃費が向上することが期待される。

【0008】 このような金属又は無機材料と有機材料の特性を併せて有する、いわゆる無機有機ハイブリッド材料として、特開平11-109154号公報、特開平4-226546号公報、特開昭59-58063号公報に有機ケイ素等を含む材料が記載されている。これらの公報は、ピストンリングに適する摺動性等を有する材料は記載していない。また、特開平8-239680号公報、特開平8-134485号公報、特開平7-278

311号公報に、シール材等に使用される無機有機ハイブリッド材料が記載されている。これらの公報は、伸縮性又は親油性を有する材料は記載していない。

【0009】したがって、本発明は、従来になく無機有機ハイブリッド材料を提供し、それにより、耐熱性と熱伝導性に加えて、高い伸縮性と親油性を有し、とりわけ、ピストンリング等の摺動部材に適する材料を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、ポリシロキサン、及びそのポリシロキサンのマトリックス中に分散された無機粉末を含んでなり、そのポリシロキサンに含まれるSiの少なくとも一部にフェニル基( $C_6H_5$ )と炭素数1~8のアルキル基又はフルオロアルキル基( $C_nH_{2n+1}F_x$ ,  $n=1\sim8$ ,  $x=0\sim2n+1$ )が結合したことを特徴とする無機有機ハイブリッド材料によって達成される。

【0011】即ち、本発明は、特定の成分の組み合わせによって摺動部材に適する特性が付与された無機有機ハイブリッド材料であり、これらの各成分は、主として、 $-(Si-O)-$ の骨格を有するポリシロキサンが耐熱性を提供し、Siに結合したフェニル基が親油性を与え、Siに結合した炭素数1~8のアルキル基又はフルオロアルキル基が伸縮性を与え、無機粉末が熱伝導性を高めるものと考えられる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の無機有機ハイブリッド材料のマトリックスを構成するポリシロキサンは、主鎖にシロキサン結合 $-Si-O-$ を有する。ここで、このポリシロキサンは、好ましくは、直鎖状に延びるポリマーであるが、 $-Si-O-$ の結合が一部に枝分かれし、又は環状構造を形成したポリマーであることもできる。

【0013】このポリシロキサンに含まれるSiの少なくとも一部に、フェニル基と炭素数1~8のアルキル基又はフルオロアルキル基が側鎖として結合する。このSiに結合したフェニル基は、ポリシロキサンに含まれるSiを基準に、フェニル基/Siのモル比として1/10~9/10が好ましく、より好ましくは2/10~6/10である。このモル比がかかる下限より低いと親油性が十分に発現せず、また、かかる上限を超えても親油性は顕著には増加しないためである。

【0014】また、このSiに結合したアルキル基又はフルオロアルキル基は、ポリシロキサンに含まれるSiを基準に、アルキル基又はフルオロアルキル基/Siのモル比として9/10~1/10が好ましく、より好ましくは8/10~4/10である。このモル比がかかる下限より低いと伸縮性が十分に発現せず、また、かかる上限を超えても伸縮性は顕著には増加しないためである。

【0015】このアルキル基又はフルオロアルキル基と

しては、一般式： $C_nH_{2n+1}F_x$ , ( $n=1\sim8$ ,  $x=0\sim2n+1$ )で表される任意のものが本発明に適するが、より好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、又はこれらの基に含まれる水素原子の一部又は全てがフッ素原子で置換された基である。なお、Siに結合したアルキル基又はフルオロアルキル基は、複数種の基であってよく、さらに、これらのフェニル基とアルキル基又はフルオロアルキル基の他に、アミノ基やビニル基がSiに結合してもよい。

【0016】好ましい態様において、ポリシロキサンに含まれるSiの5~20%、より好ましくは5~15%が、Ti、Ta又はZrで置換される。このようなSiの一部置換により、より均一で高強度の無機有機ハイブリッド材料が得られ易いためである。

【0017】また、本発明の無機有機ハイブリッド材料には、ポリシロキサンのマトリックスの中に分散された状態で無機粉末の粒子が含まれる。この無機粉末は、BN(窒化ホウ素)、AlN(窒化アルミニウム)、SiC(炭化ケイ素)、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(窒化ケイ素)のような比較的高い熱伝導率を有する無機材料の粉末が適切である。

【0018】これらの無機粉末は、平均粒子径が300μm未満であることが好ましく、より好ましくは100μm未満の平均粒子径を有する。かかる上限を超えると、粒子が脱落したときにシリンダーや無機有機ハイブリッド材料自体を損傷させ易く、また、粒子径が小さい方が添加量あたりの熱伝導率の向上効果が大きいためである。

【0019】このようにして構成される本発明の無機有機ハイブリッド材料は、伸縮性を有し、少なくとも15%の伸びを有することができる。この「伸び」とは、JIS-K6251(1993)の方法にしたがい、ダンベル状試験片を用いて測定される切断時伸び率を意味する。なお、15%の伸びを有する材料からピストンリングを形成すれば、そのピストンリングは、上述のように、合口を設ける必要なしに、外的な張力を加えることによりピストンの溝に装着することが可能である。

【0020】また、このようにして構成される本発明の無機有機ハイブリッド材料は、図3に例示したストライベック線図からの確に把握することができる、固有な摩擦特性を有することができる。この固有な摩擦特性とは、第1に、境界潤滑(A)の摩擦係数であり、これは、最大摩擦係数を評価するのに適する因子である。第2に、境界潤滑(A)から混合潤滑(B)への移行点(6)における速度/面圧の比と摩擦係数であり、これは、最大摩擦係数を示す領域からの解放されやすさを評価するのに適する因子である。第3に、混合潤滑(B)から液体潤滑(C)への移行点(7)における速度/面圧の比と摩擦係数であり、これは、摩擦係数の低い領域範囲と最小摩擦係数を評価するのに適する因子である。

【0021】かかるストライベック線図から把握される特性として、本発明の無機有機ハイブリッド材料は0.8以下、より好ましくは、0.6以下の境界潤滑下の摩擦係数を有することができ、境界潤滑から混合潤滑への移行点が、 $0.2\text{ms}^{-1}\text{Mpa}^{-1}$ 以下の速度/面圧の比であって0.1以下の摩擦係数、より好ましくは $0.1\text{ms}^{-1}\text{Mpa}^{-1}$ 以下の速度/面圧の比であって0.06以下の摩擦係数であることができ、混合潤滑から液体潤滑への移行点が、 $1.0\text{ms}^{-1}\text{Mpa}^{-1}$ 以下の速度/面圧の比であって0.02以下の摩擦係数、より好ましくは $0.1\text{ms}^{-1}\text{Mpa}^{-1}$ 以下の速度/面圧の比であって0.01以下の摩擦係数であることができる。なお、本発明で指称するストライベック線図とは、下記の実施例に記載した方法によって得られるものを言う。

【0022】また、このようにして構成される本発明の無機有機ハイブリッド材料は、少なくとも $5.0\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、より好ましくは、 $10.0\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ の熱伝導率を有することができる。このような高い熱伝導率を有するためには、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、及びこれらの混合物からなる群より選択された無機粉末を、ポリシロキサンを基準に0.01～50質量%、より好ましくは、5～50質量%の割合で無機有機ハイブリッド材料に含ませることが適切である。

【0023】このような本発明の無機有機ハイブリッド材料の製造は、例えば、フェニルトリメトキシシラン $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、ジフェニルジエトキシシラン $(\text{C}_6\text{H}_5)_2(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ 、トリフェニルクロロシラン $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{SiCl}$ のようなフェニル基を有するシランと、ジメチルジエトキシシラン $(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ 、メチルトリエトキシシラン $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ 、ジエチルジクロロシラン $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SiCl}_2$ 、ジプロピルジエトキシシラン $(\text{C}_3\text{H}_7)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ 、フルオロジメチルジエトキシシラン $(\text{CH}_3\text{F})_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ 、トリフルオロプロピルトリメトキシシラン $\text{C}_3\text{H}_7\text{F}_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ のようなアルキル基又はフルオロアルキル基を有するシランを、2-エトキシエタノール、脱水エタノールのような溶媒に溶かし、これに、所望により、オルトチタン酸テトライソプロピル等のようなTi、Ta又はZrを含む化合物を3-オキソブタン酸エチルなどでキレート形成させた化合物もしくは $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ 、 $\text{Zr}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ のようなアルコキシド、及び無機粉末を混合してスラリーを調製し、次いでそのスラリーに酢酸や塩酸のような酸、及び水を添加し、次いで加熱して上記のシラン化合物を脱水縮合させることによって行うことができる。

【0024】ここで、上記のシラン化合物と無機粉末等を含むスラリーを調製した後、そのスラリーをリング型に流し込んで脱水縮合させれば、その型の形状を有する図1のような本発明の無機有機ハイブリッド材料からな

るピストンリング(1)を得ることができる。また、図2(a)のような合口(2)を有する金属材料(3)を利用し、同様な流し込みによる方法により、図2(b)のように合口部分とリング外側を、あるいは、図2(c)のように合口部分とリング外周を本発明の無機有機ハイブリッド材料(4)から形成したピストンリングを得ることもできる。

【0025】このようにして得られる本発明の無機有機ハイブリッド材料は、主として、ポリシロキサンによる高い耐熱性、Siに結合したフェニル基による高い親油性、Siに結合したアルキル基又はフルオロアルキル基による高い伸縮性、無機粉末による高い熱伝導性を有し、少なくとも15%、好ましくは25%以上の伸びを有し、少なくとも3MPa、好ましくは6MPa以上、より好ましくは10MPa以上の引張強度を有することができる。

【0026】したがって、本発明の無機有機ハイブリッド材料から、あるいは、金属材料と本発明の無機有機ハイブリッド材料を組み合わせ、従来のような合口が存在しなくてもピストンに装着可能なピストンリングを得ることができる。また、親油性と熱伝導性は必要であるが伸縮性はそれ程要求されない、オイルシール、メカニカルシール、ピストンスカート等の摺動部材にも好適に使用されることができる。

#### 【0027】

##### 【実施例】実施例1

5.0モルのジエトキシジメチルシランと5.0モルのフェニルトリエトキシシランを10.0モルの2-エトキシエタノールに溶かし、さらに1.0モルのオルトチタン酸テトライソプロピルと2.0モルの3-オキソブタン酸エチルを加えた。上記の比率で混合したソル100gに対し、平均粒子径が $0.1\mu\text{m}$ のBN粉末を54g添加し、さらに29モルの水と0.29モルの酢酸を添加し、均一なスラリーを形成するまで攪拌した。

【0028】この得られたスラリーを平らな底部を有する型の中に流し込み、約100℃に1時間加熱して溶媒の除去及びゲル化させ、次いで空気雰囲気中の約450℃で3時間焼成し、上記のシラン化合物を脱水縮合させ、本発明の無機有機ハイブリッド材料を得た。この材料は、ポリシロキサンと、そのポリシロキサンの中に分散されたBN粉末からなり、そのポリシロキサンのSiの一部にメチル基とフェニル基が結合し、フェニル基/Siのモル比は5/10であり、メチル基/Siのモル比は5/10であり、また、Siの10%がTiで置換されていた。

【0029】得られたシート状の材料からダンベル状試験片を打ち抜き、JIS-K6251にしたがって引張試験をしたところ、平均で、切断時伸び率は25.5%、引張強度は5.1MPaであった。この材料の熱伝導率は $5.4\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ であり、また、エンジンオイルに対する濡れ性は極めて良好であった。なお、熱伝導率

はレーザーフラッシュ法によって測定した。

#### 【0030】実施例2

実施例1におけるジエトキシジメチルシランに代えてトリエトキシシランを用いた以外は実施例1と同様にして本発明の無機有機ハイブリッド材料を得た。この材料のフェニル基/Siのモル比は7/10であり、メチル基/Siのモル比は3/10であり、また、Siの10%がTiで置換されていた。この材料を実施例1と同様にして引張試験をしたところ、平均で、切断時伸び率は21.5%、引張強度は3.2MPaであった。この材料のエンジンオイルに対する濡れ性は極めて良好であった。

#### 【0031】実施例3

実施例1における酢酸に代えて塩酸を用いた以外は実施例1と同様にして本発明の無機有機ハイブリッド材料を得た。この材料のフェニル基/Siのモル比は5/10であり、メチル基/Siのモル比は5/10であり、また、Siの10%がTiで置換されていた。この材料を実施例1と同様にして引張試験をしたところ、平均で、切断時伸び率は26.0%、引張強度は6.8MPaであった。この材料のエンジンオイルに対する濡れ性は極めて良好であった。

#### 【0032】実施例4

実施例1におけるオルトチタン酸テトライソプロピルに代えてTa(OC<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)<sub>5</sub>を用いた以外は実施例1と同様にして本発明の無機有機ハイブリッド材料を得た。この材料のフェニル基/Siのモル比は5/10であり、メチル基/Siのモル比は5/10であり、また、Siの10%がTaで置換されていた。この材料を実施例1と同様にして引張試験をしたところ、平均で、切断時伸び率は20.5%、引張強度は4.8MPaであった。この材料のエンジンオイルに対する濡れ性は極めて良好であった。

#### 【0033】実施例5

実施例1におけるBN粉末に代えてAlN粉末を用いた以外は実施例1と同様にして本発明の無機有機ハイブリッド材料を得た。この材料を実施例1と同様にして引張試験をしたところ、平均で、切断時伸び率は20.5%、引張強度は7.1MPaであった。この材料の熱伝導率は23.9Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>であり、また、エンジンオイルに対する濡れ性は極めて良好であった。

#### 【0034】実施例6

実施例1におけるBN粉末に代えてSiC粉末を用いた以外は実施例1と同様にして本発明の無機有機ハイブリッド材料を得た。この材料を実施例1と同様にして引張

試験をしたところ、平均で、切断時伸び率は20.5%、引張強度は5.9MPaであった。この材料の熱伝導率は43.8Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>であり、また、エンジンオイルに対する濡れ性は極めて良好であった。

#### 【0035】—摩擦試験—

実施例1の無機有機ハイブリッド材料を、ストライベック線図を作成する摩擦試験に供した。この試験は、潤滑油をエンジンオイルとし、静置材料を鋳鉄S45Cとし、試験片を回転運動によって摺動させ、試験片の静置材料に対する速度と面圧を変化させて摩擦係数を測定したものである。表面粗さRaは、静置材料と試験片のいずれも0.3μmに調整した。

【0036】この測定結果は、速度/面圧に対する摩擦係数として図5のストライベック線図に示している。また、図5には、市販の窒化珪素焼結体とアルミナ焼結体、及び通常のピストンリング材料の鋳鉄S45Cについて同様に測定した結果を併せて示している。これらの結果より、本発明の材料は、既存の材料に比較して、境界潤滑(A)下の摩擦係数、境界潤滑(A)から混合潤滑(B)への移行点(6)の速度/面圧の比と摩擦係数、混合潤滑(B)から液体潤滑(C)への移行点(7)の速度/面圧の比と摩擦係数が顕著に低いことがわかる。

#### 【0037】

【発明の効果】ピストンリング等の摺動部材に適する材料として好適な、耐熱性、熱伝導性を有し、かつ親油性と伸縮性が顕著に改良された材料を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ピストンリングの斜視図である。

【図2】金属片と無機有機ハイブリッド材料からなるピストンリングを例示する斜視図である。

【図3】ピストンリングとシリンダーの位置関係を示す模式図である。

【図4】本発明の無機有機ハイブリッド材料の内部構造を示す模式図である。

【図5】摩擦試験の結果を示したストライベック線図である。

#### 【符号の説明】

1…ピストンリング

2…合口

3…金属材料

4…無機有機ハイブリッド材料

5…シリンダー

6…境界潤滑から混合潤滑への移行点

7…混合潤滑から液体潤滑への移行点

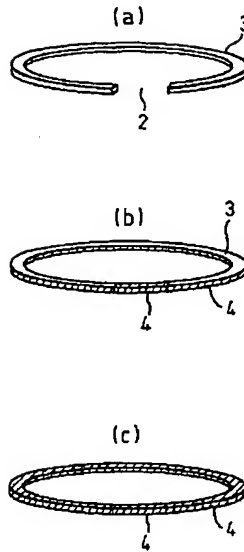
【図 1】

図 1



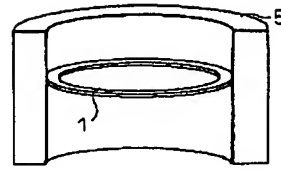
【図 2】

図 2



【図 3】

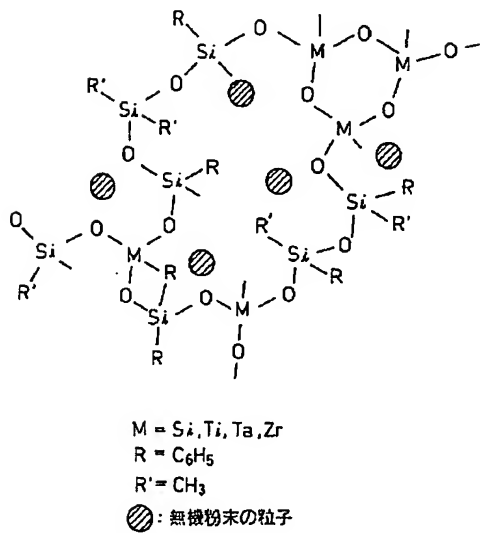
図 3



【図 4】

図 4

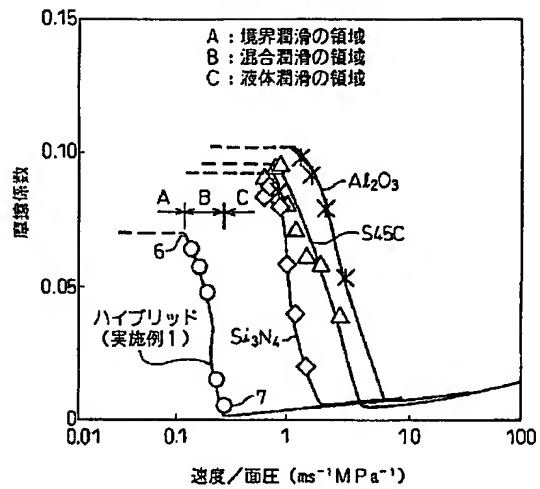
無機有機ハイブリッド材料の内部構造



【図 5】

図 5

ストライベック線図



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C 08 K 3/34  
3/38

識別記号

F I

C 08 K 3/34  
3/38

テームコード (参考)

(72) 発明者 酒井 武信  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72) 発明者 片山 真吾  
千葉県富津市新富 20- 1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72) 発明者 山田 紀子  
千葉県富津市新富 20- 1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内  
F ターム (参考) 4F071 AA67 AA68 AB26 AB27 AF28Y  
AF44Y AH18 BC07  
4J002 CP031 CP081 CP201 DF016  
DJ006 DK006 GM05  
4J035 BA04 CA061 CA16K CA171  
HA05 LA03 LB20